

1^{ER} CONGRÈS NATIONAL “EAU ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE”

« INTÉRÊT ET LIMITES DE L'IA POUR LA PRÉVENTION DES RISQUES HYDRIQUES »

*Compte rendu
synthétique de l'atelier
AFPCNT
5 mars 2026*



AFPCNT



Ouverture de l'atelier par Serge Taboulot président d'IRMa

(Voir texte de son intervention en annexe)

L'initiative de l'AFPCNT s'inscrit dans une démarche de mise en réseau de ses membres impliqués dans la gestion et la réduction des risques hydriques. La rencontre entre chercheurs, institutions publiques, collectivités territoriales et entreprises favorise la circulation des connaissances et permet d'identifier les conditions nécessaires à l'intégration effective des outils d'intelligence artificielle dans les politiques de gestion des risques.

L'atelier vise à explorer les différentes applications possibles de ces technologies dans la prévention des risques, la gestion des situations d'urgence et les stratégies de reconstruction après catastrophe.

Avec le changement climatique, les territoires font face à des phénomènes hydriques de plus en plus fréquents, intenses et complexes, tels que les épisodes méditerranéens, les crues (rapides et lentes), les sécheresses prolongées et les submersions marines

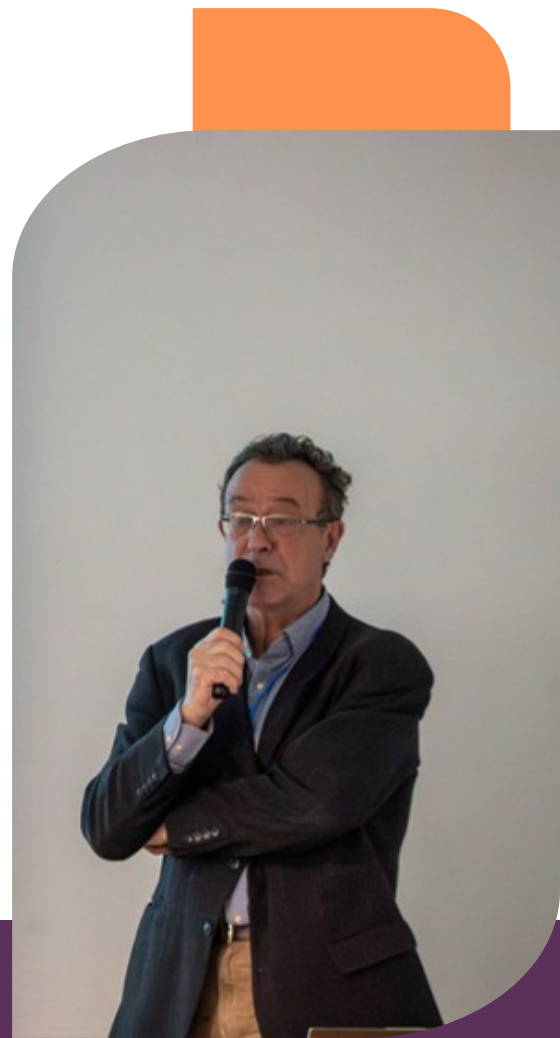
L'utilisation de données pour améliorer les prévisions n'est pas nouvelle ; les statistiques de sortie de modèles météorologiques des années 80 peuvent être déjà considérées comme les ancêtres de l'IA.

Un des enjeux principaux de l'IA est de croiser l'historique de données hétérogènes (météorologiques, hydrologiques, satellitaires, urbaines, assurantielles) pour en extraire des signaux faibles et des capacités prédictives inédites.

0. Présentation du contexte et du cadre international par Serge Guillaude - Signalert

Les Nations Unies et l'Union Européenne intègrent déjà l'IA dans leurs visions pour la réduction des risques de catastrophe, notamment via l'imagerie satellite et les modèles de langage (LLM). De nombreux appels à projets européens exigent désormais des garde-fous éthiques, une fiabilité éprouvée et un contrôle humain final.

Les limites actuelles incluent la dépendance stricte aux données, le risque d'une « surconfiance technologique », l'effet « boîte noire » des modèles, et la difficulté d'extrapoler pour des événements extrêmes rares.



1. L'IA pour améliorer la modélisation

La recherche scientifique démontre que l'IA ne remplace pas la physique, mais vient s'y hybrider pour combler ses lacunes

1.1 IA et prévision des crues à l'INRAE : développements récents et perspectives par Pierre-Andre Garamboi

Une approche hybride

La recherche hydrologique actuelle, portée notamment par l'INRAE en collaboration avec le SCHAPI (Vigicrues), marque une rupture dans l'anticipation des événements extrêmes. L'enjeu majeur est de dépasser les limites des modèles traditionnels en intégrant la puissance de l'apprentissage automatique pour identifier des relations complexes entre variables environnementales et climatiques.

La puissance des séries temporelles et du deep learning

L'utilisation de réseaux de neurones profonds récurrents, tels que les LSTM (Long Short-Term Memory), révolutionne l'analyse des séries temporelles. Ces modèles sont particulièrement performants pour modéliser la relation non linéaire entre la pluie et le débit à l'échelle d'un bassin versant. En analysant de vastes bases de données historiques, l'IA parvient à capter des dynamiques hydrologiques fines que les modèles classiques peinent parfois à isoler.

Réconcilier l'IA et la physique

Le cœur de l'innovation réside dans le concept des Physics-Informed Neural Networks (PINNs). Plutôt que de laisser l'IA apprendre de manière purement statistique (approche "boîte noire"), les chercheurs imposent la physique comme une contrainte mathématique forte lors de l'entraînement.

Sécurité scientifique : Cette hybridation garantit que les prévisions respectent les lois fondamentales de l'hydrologie physique.

Fiabilité : Elle remplace des lois empiriques incertaines par des réseaux de neurones contraints, offrant une précision accrue tout en restant ancrée dans la réalité du terrain.

Régionalisation et prévention des risques

L'intelligence artificielle facilite également la régionalisation des modèles. En apprenant les liens complexes entre les descripteurs physiques d'un territoire et les paramètres spatialisés, l'IA permet d'étendre les capacités de prévision à de grandes zones géographiques, y compris celles où les données sont plus rares.

1.2 Utilisation de l'IA dans le domaine de l'hydraulique, incluant les risques maritimes et de ruissellement par Nicolas Guillou (Cerema Brest)

Une approche opérationnelle

L'intelligence artificielle révolutionne l'approche traditionnelle de l'hydraulique face aux risques de crues fluviales, de submersions marines et de ruissellement urbain. L'IA n'est plus seulement un outil de recherche, mais un levier opérationnel capable de surpasser, dans certains contextes, les modèles physiques 3D classiques (comme observé pour la salinité en rade de Brest).

L'IA comme maillon de la chaîne de modélisation

L'approche du Cerema repose sur une articulation étroite entre la puissance computationnelle et l'expertise scientifique, structurée en trois phases clés :

- Le prétraitement (fiiabilisation des données) : L'IA est capable de reconstituer des séquences de données manquantes dans les chroniques historiques. Cette capacité est cruciale pour étendre les capacités prédictives des modèles hydrauliques, comme cela a été mis en œuvre pour l'estuaire de la Seine.
- Le post-traitement (affinement des résultats) : Une fois que le modèle physique a produit ses résultats bruts, l'IA intervient pour corriger les biais et les incertitudes. Ce couplage améliore significativement la fiabilité finale des prédictions hydrodynamiques.
- L'analyse de données massives : Elle facilite le traitement de volumes de données colossaux pour mieux comprendre les dynamiques de circulation de l'eau et affiner la cartographie des zones exposées.

L'enjeu de la vitesse : L'IA en temps de crise

L'un des apports majeurs de l'IA concerne l'accélération des simulations. Les phénomènes naturels étant complexes et non linéaires, les modèles physiques lourds sont souvent trop lents en situation d'urgence.

- Réponse instantanée : des projets comme IA4FLOOD dans le Sud-Ouest montrent que l'IA peut extraire quasi instantanément des prédictions sur des points stratégiques.
- Aide à la décision : Cette rapidité permet aux gestionnaires de crise de disposer d'informations fiables sans attendre les délais de calcul des modèles déterministes traditionnels.

En conclusion de sa présentation, le Cerema souligne que l'IA ne remplace pas l'expertise en hydraulique et en géosciences, mais qu'elle l'augmente. En gérant efficacement les données manquantes, en corrigeant les modèles et en accélérant les temps de réponse, elle devient un outil indispensable pour l'évaluation et la prévention des risques hydriques dans un monde aux dynamiques de plus en plus complexes.

2. Retours d'expérience et besoins des gestionnaires de bassins

Retours et perspectives des syndicats de bassin : état des usages et réflexions en cours Echanges avec l'EPTB Isère par 'Angela Osorio (ANEB) et Jean-Charles Francais (EPTB Isère)

L'Association Nationale des Élus de Bassins (ANEB) a recensé les usages et les freins de l'IA au sein de ses syndicats.

Trois niveaux de maturité observés :

- a. Des structures déjà engagées dans des projets IA (ex: systèmes d'alerte locale par le SDEA en Alsace, ou anticipation du stress hydrique en région Centre-Val de Loire).
- b. Des structures en phase exploratoire (montage de thèses).
- c. Des structures qui n'utilisent pas encore l'IA, faute de cas d'usage identifiés, de moyens ou de compétences internes (cas de l'EPTB Isère).

Les freins majeurs :

La qualité de la donnée terrain : Pour modéliser la gestion quantitative de l'eau (ex: prélèvements pour l'irrigation agricole ou la neige de culture), les données disponibles sont souvent annuelles (liées aux redevances), alors que les usages nécessitent des données mensuelles ou saisonnières fines. Si la donnée de base est mauvaise, les modèles IA fourniront des résultats déconnectés de la réalité.

Le besoin de traduction scientifique : Les gestionnaires et les élus soulignent une difficulté d'appropriation des résultats de la recherche. Il y a une forte attente de pédagogie, de partage d'expériences concrets et d'accompagnement pour transformer la recherche en outils pragmatiques

3. Une application concrète de l'IA : Le projet GAlIA

GAlIA une solution qui mobilise l'intelligence artificielle pour mieux anticiper les inondations et aider à décider plus vite en situation de crise par Amaury Fischer (cofondateur Numerisk), Vortex-io: Konrad Rolland (Dir. Business Development) et Egis : Jonathan Cantarel (Product Manager Vigie Risk)

Le projet GAlIA (Gestion et Anticipation des Inondations par Intelligence Artificielle), lauréat de l'appel à projets France 2030, propose une chaîne de valeur complète et interopérable, allant de la donnée terrain à la gestion de crise.

Vortex IO (Acquisition et Prédiction) :

Déploie un réseau de stations connectées agiles sur les cours d'eau. L'entreprise développe un « indicateur prédictif de crue » utilisant des méthodes LSTM qui intègrent des données météo, géomorphologiques et d'occupation des sols pour anticiper le débit plusieurs heures ou jours à l'avance.

Egis (Cartographie Rapide) :

Intègre les débits prévus par Vortex IO dans une solution de cartographie prévisionnelle des zones inondées. L'innovation repose sur l'allègement de la partie physique des modèles, compensée par l'assimilation de données terrain via l'IA, afin de fournir des cartes extrêmement rapidement pour la décision de crise.

Numérisk (Gestion de Crise et PCS) :

Plateforme de digitalisation des Plans Communaux et Intercommunaux de Sauvegarde (PCS/PICS). Numérisk intègre les cartographies d'Egis pour évaluer instantanément les enjeux impactés (nombre de personnes, centres d'accueil nécessaires, bus d'évacuation). À terme, Numérisk étudie l'intégration d'agents IA (LLM) capables de synthétiser des points de situation, de prioriser les tâches et de suggérer des actions basées sur l'historique des crises.



4. L'intelligence artificielle pour le relèvement post-catastrophe et le dialogue avec les habitants par Régis Thépot (AFPCNT)

La phase de reconstruction après catastrophe constitue une étape essentielle du cycle de gestion des risques, mais demeure souvent moins étudiée que les phases de prévention ou de gestion d'urgence. Les catastrophes naturelles entraînent fréquemment une reconstruction rapide des infrastructures endommagées, souvent réalisée à l'identique sous la pression des impératifs politiques et sociaux.

L'intelligence artificielle pourrait contribuer à transformer ces processus en permettant l'analyse approfondie des impacts des catastrophes et la simulation de différents scénarios de reconstruction. L'évaluation comparative de ces scénarios faciliterait l'identification de solutions d'aménagement plus résilientes et mieux adaptées aux risques futurs.

Cette approche s'inscrit dans la logique internationale du "Build Back Better", qui vise à tirer les enseignements des catastrophes pour renforcer la résilience des territoires. L'utilisation d'outils d'analyse avancée pourrait ainsi favoriser une reconstruction plus durable et mieux intégrée dans les stratégies d'adaptation au changement climatique.

Comme le souligne le CEPRI les outils IA peuvent également permettre de libérer du temps d'expertise pour mieux dialoguer avec les habitants.

Échanges avec la salle

Sur les phénomènes extrêmes : Richard Guillande rappelle que pour les événements extrêmes modifiant la géomorphologie (ex: crues en Allemagne en 2021 ou tempête Alex avec des surcreusements massifs), l'IA atteint sans doute ses limites car ces scénarios sont rares et difficilement modélisables.

Formation et accessibilité des outils IA : Plusieurs intervenants (associations, collectivités) ont souligné le besoin massif de formation pour les agents et les élus. Les outils IA doivent être ergonomiques et ne pas s'adresser uniquement à des experts techniques, sous peine de rester inexploités.

Glissements de terrain et nappes phréatiques : Des questions locales sur la gestion de la nappe phréatique grenobloise ou les glissements de terrain ont mis en évidence que si l'IA excelle pour croiser des enjeux exposés avec des modèles, elle ne peut pas prédire avec certitude le jour et l'heure exacts d'un événement gravitaire non-linéaire (comme un éboulement rocheux).

Conclusion de l'atelier par Serge Taboulot président d'IRMa

La règle d'or (Garbage in, garbage out) : L'intelligence artificielle n'a aucune valeur si elle n'est pas alimentée par des données fiables, disponibles et interopérables.

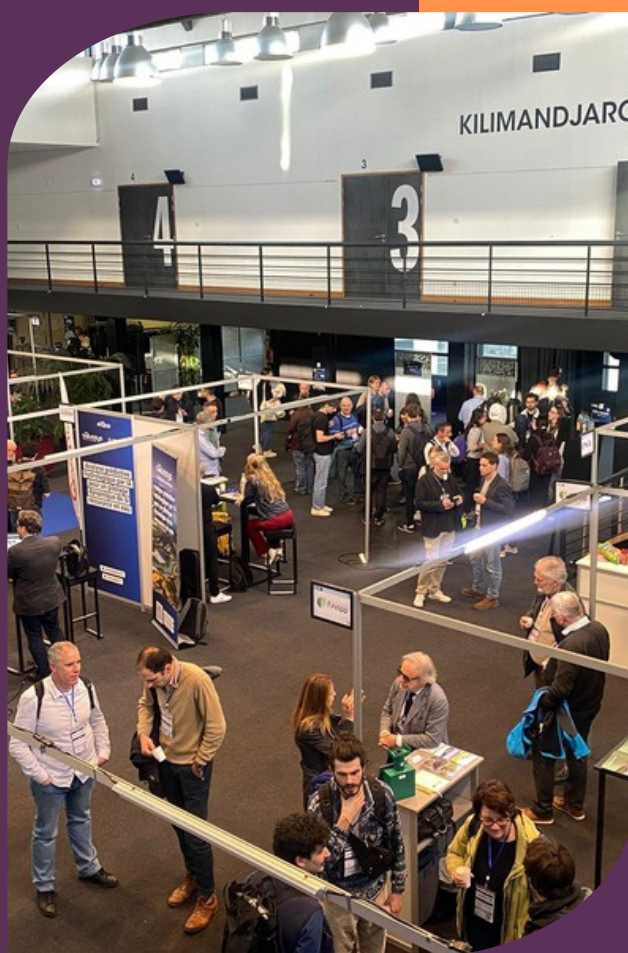
L'humain au centre : L'IA ne remplacera jamais l'expertise humaine ; elle la complète et la rend plus efficiente

Rôle des associations : Des structures comme l'AFPCNT ou l'IRMa ne doivent pas devenir des développeurs technologiques, mais des catalyseurs de dialogue entre les chercheurs qui créent ces outils et les acteurs de terrain (élus, citoyens) qui doivent se les approprier pour développer la culture du risque



Préparé par :
Maria Manrique
(AFPCNT)

Relecteur :
Régis Thepot



Avril, 2026
